

(1)

中華民國專利公報 [19] [12]

TW 4092,95

[11]公告編號：409295

[44]中華民國 89年(2000) 10月21日
發明

全 6 頁

= US 6,535,075

[51] Int.Cl 06: H01L21/268

[54]名稱：分離二種不同半導體材料或半導體層之方法以及裸露之層，裸露之組件，光學組件和裝置

[21]申請案號：086113810 [22]申請日期：中華民國 86年(1997) 09月23日

[30]優先權：[31]19640594.7 [32]1996/10/01 [33]德國

[72]發明人：

麥可 K·凱利	德國
奧利佛安貝克	德國
馬丁史圖茲曼	德國
馬丁 S·布藍特	德國
羅曼迪米特羅夫	德國
羅伯漢楚	德國

[71]申請人：	
西門斯股份有限公司	德國

[74]代理人：何金塗 先生

[57]申請專利範圍：

1. 一種由基體分離二種不同半導體材料或半導體層之方法，其係藉光線之照射來進行，光線則在此二種待分離之材料之間的界面附近被吸收。
2. 如申請專利範圍第1項之方法，其中在界面上另有一為吸收光線而設置之半導體層可吸收光線且用作犧牲層。
3. 如申請專利範圍第1或第2項之方法，其中被吸收光線之能量以熱量之形式造成分離作用。
4. 如申請專利範圍第3項之方法，其中光線被吸收至半導體材料或半導體層的一部份中或被吸收至基體中且能量以熱量之形式擴散至溫度敏感之犧牲層中。
5. 如申請專利範圍第1或第2項之方法，其中所吸收光線之能量會造成界面或犧牲層之分解，由於化學反應，昇華或其它氣體之溢出，此種分解作用會導致氣體之產生，這樣可使分離更容易。

6. 如申請專利範圍第3項之方法，其中所吸收光線之能量會造成界面或犧牲層之分解，由於化學反應，昇華或其它氣體之溢出，此種分解作用會導致氣體之產生，這樣可使分離更容易。
7. 如申請專利範圍第4項之方法，其中所吸收光線之能量會造成界面或犧牲層之分解，由於化學反應，昇華或其它氣體之溢出，此種分解作用會導致氣體之產生，這樣可使分離更容易。
8. 如申請專利範圍第2項之方法，其中須選取犧牲層，使其光學頻帶間隙小於基體和(可能之)中間層之頻帶間隙或待分離之半導體材料的頻帶間隙。
9. 如申請專利範圍第2項之方法，其中犧牲層之層厚度須最佳化以用於吸收此種用來進行分離之光線。

- 10.如申請專利範圍第 1 或第 2 項之方法，其中光線經由基體入射在界面或犧牲層上。
- 11.如申請專利範圍第 5 項之方法，其中光線經由基體入射在界面或犧牲層上。
- 12.如申請專利範圍第 1 或第 2 項之方法，其中照射作用是以一個或多個光脈波之形式來實現。
- 13.如申請專利範圍第 5 項之方法，其中照射作用是以一個或多個光脈波之形式來實現。
- 14.如申請專利範圍第 1 或第 2 項之方法，其中藉二個或多個同源 (coherent) 雷射光束可實現照射過程中之干涉圖樣，這樣可造成較同樣能量之均勻照射還高之局部性光線強度。
- 15.如申請專利範圍第 5 項之方法，其中藉二個或多個同源 (coherent) 雷射光束可實現照射過程中之干涉圖樣，這樣可造成較同樣能量之均勻照射還高之局部性光線強度。
- 16.如申請專利範圍第 1 或第 2 項之方法，其中經由圖樣化之光罩藉由照射作用，利用聚集之同源光束的干涉圖樣之照射作用，全像術，或藉一連串或同時照射各層所選擇的不同位置可達成側向之結構化。
- 17.如申請專利範圍第 5 項之方法，其中經由圖樣化之光罩藉由照射作用，利用聚集之同源光束的干涉圖樣之照射作用，全像術，或藉一連串或同時照射各層所選擇的不同位置可達成側向之結構化。
- 18.如申請專利範圍第 1 或第 2 項之方法，其中分離或保留之半導體層含有層結構，層序列或組件結構。
- 19.如申請專利範圍第 5 項之方法，其中分離或保留之半導體層含有層結構，層序列或組件結構。
- 20.如申請專利範圍第 18 項之方法，其中半導體層，層序列或組件結構設置在載

體材料上以達成機械穩定性。

- 21.如申請專利範圍第 1 或第 2 項之方法，其中半導體層 (可能之) 犧牲層完全或部份由 GaN ， AlN ， InN 或其混合晶體，或層序列，層結構，組件所構成。
- 22.如申請專利範圍第 5 項之方法，其中半導體層或 (可能) 犧牲層完全或部份由 GaN ， AlN ， InN 或其混合晶體，序列，層結構，組件所構成。
- 23.如申請專利範圍第 14 項之方法，其中半導體層或 (可能) 犧牲層完全或部份由 GaN ， AlN ， InN 或其混合晶體，或層序列，層結構，組件所構成。
- 24.如申請專利範圍第 16 項之方法，其中半導體層或 (可能之) 犧牲層完全或部份由 GaN ， AlN ， InN 或其混合晶體，或層序列，層結構，組件所構成。
- 25.如申請專利範圍第 21 項之方法，其中基體是藍寶石， $LiAlO_2$ ， $LiGaO_2$ ， $MgAl_2O_4$ ， $ScAlMgO_4$ 或 SiC 。
- 26.如申請專利範圍第 22 項之方法，其中基體是藍寶石， $LiAlO_2$ ， $LiGaO_2$ ， $MgAl_2O_4$ ， $ScAlMgO_4$ 或 SiC 。
- 27.如申請專利範圍第 23 項之方法，其中基體是藍寶石， $LiAlO_2$ ， $LiGaO_2$ ， $MgAl_2O_4$ ， $ScAlMgO_4$ 或 SiC 。
- 28.如申請專利範圍第 24 項之方法，其中基體是藍寶石， $LiAlO_2$ ， $LiGaO_2$ ， $MgAl_2O_4$ ， $ScAlMgO_4$ 或 SiC 。
- 29.如申請專利範圍第 25 項之方法，其中由 GaN 或 $In_x Ga_{1-x} N$ 所構成之層藉經由基體之照射而由藍寶石基體分離，此種照射係使用波長 $355nm$ 之 $Nd:YAG$ 雷射之第三諧波來進行。
- 30.如申請專利範圍第 29 項之方法，其中 $Nd:YAG$ 雷射藉 Q 開關而被供應脈波。
- 31.一種裸露之層，其特徵為：藉由二種不同半導體材料或半導體層之隔離而與基體互相隔離，或藉由一種半導體材料或半導體層之隔離且經由光線之照射而

與基體相隔離，層或層序列是生長在基體上，光線則在二種可相隔離之材料之間於界面上或界面附近中被吸收。

- 32.如申請專利範圍第 31 項之裸露之層，其中在隔離用之界面上設置另一個半導體層，此半導體層可吸收光線且用作犧牲層。
- 33.一種裸露之組件，包括二極體，發光二極體 (LEDs)，半導體雷射，電晶體，及偵測器，這些組件在其製造期間或製成之後藉由二種不同半導體材料或半導體層之隔離而互相隔離或藉由半導體材料或半導體層之隔離且經由光線之照射而與基體相隔離，光線則在二種可相隔離之材料之間的界面上或界面附近中被吸收。
- 34.如申請專利範圍第 31 項之裸露之層，其中它們係設置在其它載體材料。
- 35.如申請專利範圍第 33 項之裸露之組件，其中這些組件是設置在其它載體材料上。
- 36.如申請專利範圍第 33 項之裸露之組件，其中電性接觸區設置在經由此種分離方法所產生之新的裸露之表面上。
- 37.如申請專利範圍第 34 項之裸露之層，其中電性接觸區置在經由此種分離方法所產生之新的裸露之表面上。
- 38.如申請專利範圍第 33 項之組件，其中具有半導體雷射及配置在半導體雷射中之光學共振器，其係沿著磊晶層之結晶學網格平面藉裸露之層序列的分裂而製成。
- 39.如申請專利範圍第 34 項之裸露之層，其中具有半導體雷射及置在半導體雷射中之光學共振器，其係沿著磊晶層之結晶學網格平面藉裸露之層序列的分裂而製成。
- 40.如申請專利範圍第 31 項或第 34 項之裸

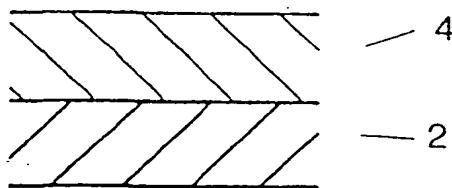
露之層，其中此種層係用作基體以用於另外再生長半導體層。

- 41.一種光學組件，其係依據申請專利範圍第 16 項或第 18 項之方法所製造者，其特徵為此種組件之製造係由分離之後保留在基體上之層開始進行，且此種組件含有層結構，層序列或組件結構。
- 42.一種光學組件，其係依據申請專利範圍第 1 至第 30 項中任一項之方法所製造者，其特徵為包括繞射光柵，薄層濾波器，光耦合器及波導。
- 43.一種由申請專利範圍第 31、32、34、37、39、40 項之裸露之層，第 33、35、36、38 項之組件，以及第 41、42 項之光學組件所構成之裝置，其特徵為：這些裝置之一部份或全部是由 GaN，AlN,InN,其混合晶體或層序列所構成。

圖式簡單說明：

20. 第一圖一種由二種半導體材料所構成之用於本發明中之系統。
21. 第二圖一種由半導體材料和基體所構成之用於本發明中之系統。
22. 第三圖是第一圖中之一種半導體材料由層序列所構成時之系統。
23. 第四圖塗佈一種特別吸收層於第一圖中之二種半導體材料之間所形成之系統。
24. 第五圖使用一種照射光罩於第一圖時所形成之系統。
25. 第六圖以多於一個之同源光束同時照射第一圖之系統時之圖解。
26. 第七圖是第二圖中之界面分解前之固定情況。
27. 第八圖由非導電性之基體分開各別之半導體材料，層序列或組件時之示意圖。
28. 第九圖經由藍寶石基體照射界面而對 GaN 層進行結構化時之圖解。

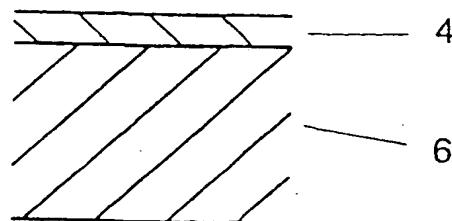
(4)



第一圖



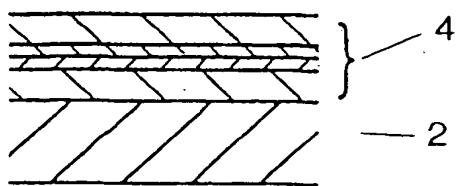
光



第二圖



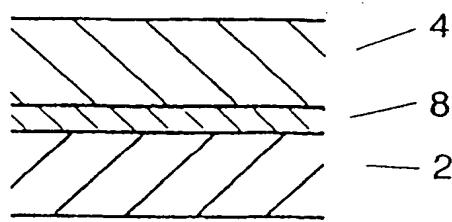
光



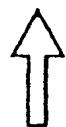
第三圖



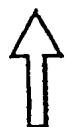
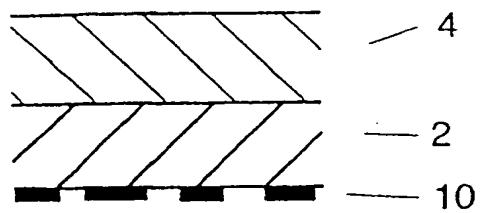
光



第四圖

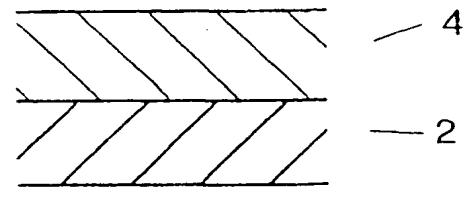


(5)



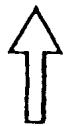
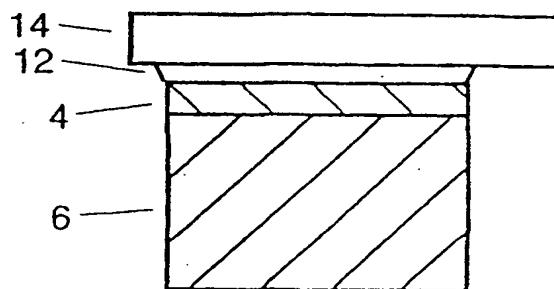
光

第五圖



光

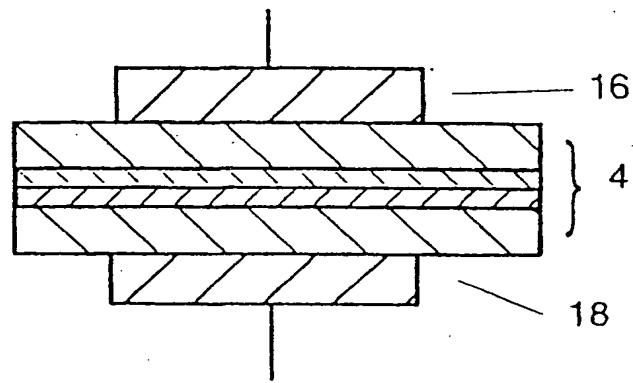
第六圖



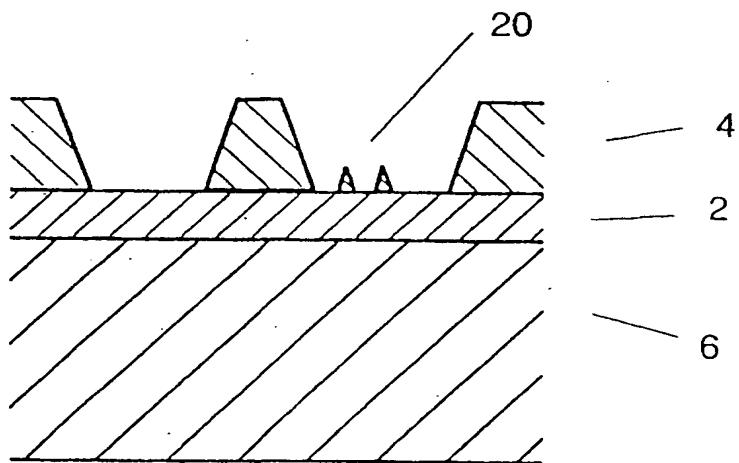
光

第七圖

(6)



第八圖



第九圖

五、發明說明 (1)

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

製造半導體所構成之產品，例如電子組件及光電組件，典型上需要多個程序步驟，包括生長半導體晶體和半導體層所需之程序，以及對各層之選擇性局部去除和結構化。許多組件之一部份是由不同材料之層序列所構成，這些材料以單晶形式磊晶(epitaxy)生長於基體上。

大部份都使用蝕刻方法作為結構化及材料去除之步驟，蝕刻方法係作用於半導體表面。此種程序通常較慢且需要腐蝕性化學劑。此外，此種方法通常不能用於每一材料系統中。特別是半導體氮化鎵、氮化鎗及氮化鋁(InN、GaN及AlN)，以及其混合晶體或合金(其在下文中將與“III組-氮化物”結合)非常不容易蝕刻。尚未有可靠之濕式化學蝕刻方法可用於此種材料系統中，因此須使用較複雜且昂貴之反應式離子蝕刻方法。此種方法只允許較小之蝕刻速率且需要有毒性之氣體(例如，三氯化硼)。因為蝕刻方法作用在表面上，因此大部份情況都需精確地控制蝕刻速率及時間，以便達到所期望之深度。

用於生長之基體通常不具有良好之特性以用於隨後之程序步驟中或用於組件之操作中。最有成效之半導體技術因此使用最適應於光柵或同類之材料所構成之基體以便生長半導體。例如使用由GaAs所構成之晶圓以便生長由GaAs所構成之各層或生長由AlAs、GaAs及InAs所構成之混合晶體。但對一些半導體材料而言，例如特別是對III組-氮化物而言，此種大型晶體只在非常有限之範圍中可

409295 **FREE**
 A7
 B7

五、發明說明 (2)

作為基體，可使用其它材料來取代以便製作基體，例如在III組-氮化物之情況中可使用藍寶石和碳化矽。此種基體會產生問題，例如不適當之原子網格間距和不同之熱膨脹係數，這對生長在其上之半導體的材料品質會有不良作用。因此有些步驟（例如，製造共振器鏡面所用之分裂過程，其可成功地用來製造由GaAs所構成之雷射二極體）利用此種基體來進行是困難的或不可能的。

由於上述原因，具有一種新技術是值得追求的，其允許將半導體各層互相隔離或自其基體隔開。目前有下述可結合之技術可供使用。

1. 一些用於將半導體技術領域中之各層隔離之方法已獲准專利或已公開。

(i) 在材料系統GaAs/AlAs系統中，在組件AlAs之製造過程中須製成一些犧牲層，這些犧牲層可藉濕化學方式溶解，這樣可使各層或各結構由基體分離（E. Yablonovitch et al., Appl. Phys. Lett. 51.2222 (1987), U.S. Patent 4846931, Thomas J. Gmitter, and E. Yablonovitch, 11. Juli, 1989）。此方法由於較小之側向蝕刻速率，因此非常耗時。對III組-氮化物而言，尚無濕化學蝕刻方式。

(ii) Baber此人描述一種用於去除金屬膜之方法 (U.S. Patent 4448636, S.C. Baber, 15 May. 1984)。此處金屬膜藉光線加熱。一種介於基體和金屬膜之間的有機犧牲層藉由所供應之熱量而蒸發且允許金屬層之去除。使

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

409295

FREE

A7

B7

五、發明說明 (3)

用有機之中間層在 III組-氮化物之磊晶生長過程中是不可行的。

(iii) 已有一種可對比之方法係用於將二氧化矽層由砷化鎵中去除。在此一情況中有一有機中間層藉光之吸收而加熱且 SiO_2 層被去除 (Y.-F. Lu, Y. Aoyagi, Jpn. J. Appl. Phys. 34, L1689 (1995))。

(iv) 在同一工作組 (group) 中存在一種公開文件，其內容係關於準分子 (Excimer) 雷射將 SiO_2 層由 GaAs 分離。準分子雷射光在 SiO_2 之界面上的顯微作用方式仍未為人所了解且專用於此種材料系統中 (Y.-F. Lu et al., Jpn. J. Appl. Phys. 33, L324 (1994))。但此種方法尚未公開用於 III組-氮化物或其它晶體系統。

2. 雷射燒蝕 (Ablation) 已用在許多材料系統中，以使用於去除某些材料。但在此種方法中表面總是會受到破壞性的侵蝕，分離成二個其它待使用之部份是不可能的。

3. 特定用於 III組-氮化物者是由 Leonard 和 Bedair (Appl. Phys. Lett. 68, 794 (1996)) 所描述之 "在 HCl 氣體中以雷射脈波對 GaN 進行蝕刻" 以及在加入鹽酸時來自光化學之反應

4. 對 GaN 進行熱壓動式之分解已於 1974 年由 Morimoto 所發表 (Morimoto, J. Electrochem. Soc. 121, 1383 (1974), Groh et. al., Physica Status Solidi (a) 26, 353 (1974))。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (4)

5. 在特定之操作中顯示：III組-氯化物可以雷射感應方式以造成熱驅動式之分解。此種研究已發佈在 *Appl. Phys. Lett. Zur Publikation* 中。但在此種方法中同樣亦與作用在表面之方法有關，亦特別會造成表面之損傷。

描述在申請專利範圍第1項中之方法是另一種方式之濕式化學和乾式化學蝕刻過程，就像它們用在半導體技術中以便結構化及製造各層及各組件一樣，它們和這些技術基本上之不同點是：其直接作用在內部之界面上而不是作用在空著 (free) 之表面上。這在另一方面允許其可直接完成所期望之結構深度，而不必藉控制蝕刻時間來達成。表面亦不會被破壞。這樣可造成新的可能性，可使層系統互相分開或由基體排除。空著的組件或層在其它步驟中具有優點；它們適合作為基體以用於均勻之磊晶生長中而不會有柵格誤調整及熱膨脹係數不同之問題，亦不會由於分裂之可能性（與基體之可分裂無關）而產生光學組件（雷射二極體）。由 III組-氯化物所構成之各層和各組件轉換成其它基體可使 III組-氯化物能與其它相關技術之半導體系統（例如，矽）相容及進行積體化。

此方法可使層-基體系統之各層藉直接之非常局部性的作用於內部界面上而分離。此處所述之方法通常可用在材料系統上，其中光線可到達待分離之界面，光線將由界面上之材料所吸收，在界面附近中之材料藉由光線

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線
線

409295

FREE

A7

B7

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
綫

五、發明說明 (5)

之吸收或光 (light) 脈波而被分解。當至少有一分解之產物是氣體形式時，此方法更為容易。III組-氯化物、氧化材料和 Si_3N_4 適合作為此過程中之半導體。

此方法之最簡單實現方式顯示在第 1 圖中。此處(有一由二種半導體材料構成之系統以光束經由材料 (2) 來照射且此光束在半導體材料 (4) 中被吸收很多。由此所吸收之能量引起半導體材料 (4) 之分解，因此造成此二種材料之分離。) 分解機構可以是昇華或化學反應。此種分解因此可由加熱 (例如，光化學方式) 起始。當分解過程中產生氣體形式之產物時，此種分離特別有利。但在半導體材料 (4) 中所吸收之能量亦可能擴散至半導體材料 (2) 中且在該處產生分解作用。此二種半導體材料之相對厚度因此可大大地改變，而不必像圖中所示之厚度一樣。

一種常用之產生半導體材料之方法是在基體上進行生長過程。關於此處所示之方法，基體和半導體材料之間的差異是不相關的。一種可能性是：半導體材料 (2) 和 (4) 生長在基體上，分離作用是在 (2) 和 (4) 之間的介面上進行。但另一種可能是：利用此處所述之方法將半導體材料直接在基體上分離，如第 2 圖所示。在此情況中基體 (6) 進入半導體材料 (2) 之位置。照射作用因此經由基體 (6) 來進行，在此情況中光線能量被半導體材料 (4) 所吸收。依據吸收特性，亦可經由半導體材料 (4) 來照射此界面，使基體可吸收光束之能量。但如上所示，此

五、發明說明 (6)

種分解作用不必在此種結構之吸收能量的部份中進行，能量亦可擴散至其它部份且在該處產生分解作用。

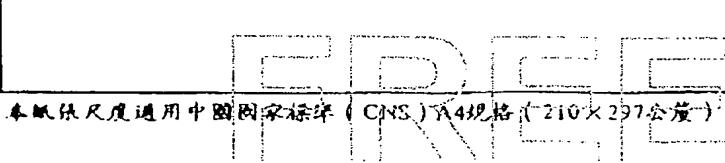
半導體材料(2)和(4)可以是由半導體構成之均勻層，或是由各種半導體之層序列所構成，如第3圖中之材料(4)所示。在此種層序列中，亦可已存在預處理或已處理完成之具體組件。其形式是積體電子電路或光學電子電路。所有此種結構在本案中都被視為半導體材料。

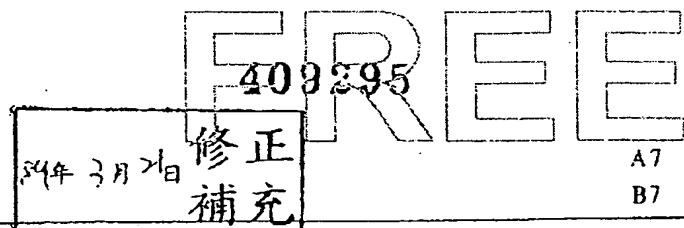
為了改進以及明確地影響光線在待分離之界面上之吸收性，可塗佈一種特別吸收層(8)於此二種半導體材料(2)和(4)之間，如第4圖所示，或塗佈在半導體材料(4)和基體(6)之間。此種實施形式的一種可能性是：在層(8)中使用半導體材料，此種半導體材料在其周圍材料下方有一光學頻帶間隙。半導體層(8)現在可自我分解，因此是作為一種犧牲層。但所吸收之能量亦可能擴散且在層(8)之附近造成分離作用。能量亦可能被吸收至層(4)中，但這樣太穩定而不能產生分解作用，在此情況中可選取半導體層(8)，使其可特別容易分解，層(8)亦再次作為犧牲層。此處所描述之方法的特殊優點是：半導體層(8)可以是晶粒式且是柵格可調整的。

必須選取光線使其可到達待分離之界面且在該處充份被吸收。這在最簡單情況時可藉燈光之照射(可能須經過濾光之後)來進行。若由此而可供利用之光子流仍然不足夠，則此種照射亦可利用適當之雷射來進行。特別是在熱分解之情況中，此種材料由於熱傳導性可快速地

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
一
線





五、發明說明 (7)

將熱量擴散至待分解之區域。因此以非常短之光脈波形式傳送光束能量是需要的，以便達到分解所需之溫度。

此處所述之方法亦可用來進行側向之結構化。這可藉各種先前之提示而實現。可使用一種聚焦之光束以便照射材料在空間中依序之各分離點且產生分解作用。可使用一種照射光罩 (10)，可藉此去除所選擇之試樣表面 (第 5 圖) 最後，使用全像術 (holography) (例如，使用干涉光柵)來進行照射是可能的，其中以多於一個之同源光束 (coherent beam) 同時照射以便可利用干涉效應，如第 6 圖所示。

由界面分解所分離之部份可以是非常薄或非常小，因此機械性不穩定且不易控制。在分離前或分離後可將此種部份例如以黏合方式塗佈在新的載體材料上。這種在界面分解前之固定情況舉例圖示於第 7 圖中 (載體材料 (14) 和黏合劑 (12))。分離之後於載體材料 (14) 上具有薄層 (4) 而不會有基體 (6)。

上述方法之特殊優點是可使用電子組件或光電組件，其可製作在非導電性之基體上。在此種情況中，在基體附近之半導體層上提供電性接觸區通常是困難的。這通常延長至複雜的蝕刻過程和形成平台結構之後。利用上述方法，如第 8 圖所示，可由非導電性之基體分開此種半導體材料，層序列 (4) 或組件。組件現在所裸露之先前面對基體之側面現在可很容易地接近以作為電性接觸區 (18)，這是除了此種在層序列原來之表面上之電性接

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

409295

FREE

A7

B7

五、發明說明 (8)

觸區 (16) 以外的電性接觸區。

上述方法之主要步驟是：

- (i) 在所期望之層系統中確認，選擇或製造一種待分離之界面，所使用之用於分離之光線可抵達此種界面，
- (ii) 確認此種界面上之材料或確認犧牲層之材料的組成，界面可吸收入射之光線，
- (iii) 確認此種界面附近中之材料或確認犧牲層之材料的組成，材料藉由所吸收之光線或由此所得到之能量而被分解且可能在分解過程中產生足夠數量之氣體形式的產物。
- (iv) 以所選取之波長和強度之光線進行照射，使光線主要由待分離之界面或犧牲層所吸收且因此可控制分解反應。在透明基體之情況中，界面或犧牲層亦可經由基體而被照射。

實現此種方法和材料系統有關。用於半導體材料之較佳實施形式係在待分離之界面上使用一種材料，此種材料較所有其它層序列或界面側邊上之材料有更小之頻帶間隙 (gap)。因此可選取一種波長，此種波長之光可入射至界面且可由具有較小頻帶間隙之材料所吸收。因此在此種材料中或相鄰之材料中必可引起分解作用。

此種過程特別適用於 III組-氮化物之各層或層系統，因為此組材料具有一些特殊之物理特性。首先，可在一定空間以可控制方式藉吸收各別之光脈波於大於 III組-氮化物之分解溫度時對其進行加熱。在由吸收光脈波所

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

409295

A7
B7年月日
89.3.21
修正
補充

五、發明說明 (9)

產生之溫度中進行氮化物之分解和形成氣體形式之氮 (600°C - 1800°C, 依據氮化物之組成而定)。第二，就上述方式而言，III組-氮化物之熔化溫度較分解溫度大很多是有益的，使得在吸收較強之光脈波時不會因為熔化作用而損害各層及各組件。第三，此種半導體材料特別適用於光學過程，因為它們依據光之波長而具有一種完美而界定清楚之臨界 (threshold)，即，一種直接之頻帶間隙，它們可在此間隙處由穿越狀態轉換成完全吸收之狀態。此外，吸收作用開始時之此種波長 可藉氮化物 (InGaN和AlGaN)之混合晶體而經由其它頻譜區來改變 (Bandlücken: InN 1.9eV, GaN 3.4eV, AlN 6.2eV)。此外，III組-氮化物通常製造在藍寶石基體上，其在整個光學區和紫外線區是透明的。這亦使各層經由基體來照射變成可能。

在此種情況中，分解作用是以熱來驅動時，則所產生之熱量能集中在界面上或犧牲層上是很重要的，這樣一方面可使所需之入射強度最小，另一方面可排除在周圍材料上所產生之不期望的效應。(由於光所產生之熱量經由材料之熱傳導性很快地傳導至所加熱之體積，所需之溫度必在極短之時間中產生，這可藉短的雷射脈波來實現。就III組-氮化物之典型熱傳導性而言，所吸收之能量可藉1ns(奈秒)到10ns期間之雷射脈波的使用而集中在所吸收光線之侵入深度或犧牲層之厚度。)例如一種“Q-開關”脈波式 Nd:YAG雷射適用於III組-氮化物之結構化

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

一裝
一訂
一線

FREE
403235
A7
B7

五、發明說明 (10)

和分解。

就材料 GaN 和 InGaN (頻帶間隙介於 1.9 和 3.4 eV 之間) 之光線感應式分解的特定實施形式而言，(可使用 Nd:YAG 雷射之第三諧波雷射線)。此種雷射線是藉非線性之光學晶體而產生且波長為 355 nm (3.5 eV)。GaN 和 InGaN 層可吸收此種光脈波且能引起分解作用。AlGaN 層和大部份所使用之藍寶石基體對此種波長是透明的。裸露之 GaN 和 InGaN 層可直接藉基體-層間之界面之分解而產生。AlGaN 層和組件可藉由基體之薄 GaN 或 InGaN 憂牲層之光線感應式分解作用而溶解。在第 7 圖中顯示 GaN 層 (4) 如何由兩側拋光之藍寶石基體 (6) 分離。在 GaN 和藍寶石之間的界面藉波長 355 nm 之各別雷射脈波經由基體來照射。此種光線在界面附近直至大約 100 nm 深度處都由 GaN 所吸收，藉此可加熱界面。若溫度超過 850 °C，則 GaN 開始分解而形成氮氣。脈波能量超過大約 0.2 J/cm² 時，此種能量密度足夠在界面上進行完全之分解，介於基體和 GaN 層之間的連結在受照射之面中被分離。為了穩定裸露之層，試樣在照射之前以其層側面利用樹脂或蠟 (12) 而黏合在 Teflon[®] 晶圓上或箔 (14) 上。若此層由於分解反應而由基體分離，則可取下藍寶石而 GaN 層仍保留在鐵氟龍 (Teflon) 晶圓上。現在蠟或樹脂溶解在丙酮中且 GaN 保留為裸露之層。

(經由藍寶石基體照射界面以便對 GaN 層進行結構化時，所保留之 GaN 結構的側面可以是不垂直的，而是由分

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
一
線

FREE
409295

A7

B7

五、發明說明 (11)

解位置展開，如第 9 圖所示。此種特性之一種可能應用是當干涉光柵或光罩之側向寬度對層厚度進行調整時，可得到尖形或角錐形構成之結構 (20)。此種特性亦有利於製造裸露之各層。如申請專利範圍第 10 項所述。

光電組件 (例如，發光二極體和半導體雷射) 和電子組件 (例如，電晶體，二極體，表面波組件) 典型上以很大數目之方式製造在各基體上。使用此處所述之光線感應式結構化方法以便分離各組件。由基體分離各組件可如上所述藉犧牲層之分解來進行，犧牲層在製作過程期間必須設置在待分離之面的下方或上方。薄的 InGaN 層由於其相對較小之頻帶間隙和化學穩定性特別適合作為犧牲層。

由 III組-氮化物所構成之各種組件可藉上述方式被結構化。利用干涉光柵藉照射方式來製造周期性線條光柵和表面結構可有利地用來製造以 III組-氮化物為主之布拉格 (Bragg) 反射器和分佈式 (distributed) 反饋雷射。光學色散光柵 (亦可用於所傳送之光線中) 經由層厚度之改變藉由結構化以干涉光柵製成。由 AlN 和 AlGaN 所構成之角錐形結構由於其負的電子親和力而可用作平面式屏幕中之冷陰極發射體。

裸露之各層和層序列所構成之生產方式允許 III組-氮化物轉換成其它基體 (例如，矽)，此種矽基體在其結構性，機械性和熱學特性上和氮化物者大不相同。此種方式允許由 III組-氮化物所構成之發光二極體和半導體雷

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

打

線